



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## VEGETAÇÃO COMO ATENUADOR DO CLIMA LOCAL – CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DE ESPÉCIES VEGETAIS PARA INSTITUIÇÃO DE ENSINO EM UM CLIMA QUENTE-ÚMIDO

**SOUSA, Adriana Sbroggio de (1); GOULART, Solange Virgínia Galarca (2);  
ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de (3)**

(1) aluna do Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente, UFRN, sbroggio@hotmail.com (2) Departamento de Arquitetura, UFRN, aasolange@hotmail.com (3) Departamento de Arquitetura, UFRN, virginia@ufmet.br

### RESUMO

No processo de projeto de uma edificação deve-se considerar as variações climáticas da região, os condicionantes externos e a utilização dos recursos disponíveis na natureza, como o sol, a vegetação, a chuva e os ventos, para prover um ambiente construído com conforto ambiental e com reduzido gasto energético. Porém a crescente urbanização, muitas vezes com uma ocupação de solo desordenada vem desconsiderando esses conhecimentos e desrespeitando as características locais e como resultado reduzindo as áreas verdes. Esta ocupação desordenada, associada à redução de espaços verdes vem modificando os aspectos do clima e conseqüentemente prejudicando o conforto térmico dos usuários. O objetivo deste trabalho é mostrar a utilização da vegetação em soluções construtivas ainda na concepção do projeto, apresentando a importância da parceria vegetação versus edifício, com o melhor entendimento do uso da vegetação como elemento atenuador do clima. Busca-se, assim um ambiente mais saudável, com a utilização de recursos naturais, amparados nos princípios da sustentabilidade e da bioclimatologia. O presente artigo trata-se de um recorte de uma dissertação do Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Para o desenvolvimento do trabalho o procedimento metodológico foi fundamentado em pesquisas sobre soluções construtivas que tivessem na sua concepção o foco na sustentabilidade com o emprego da vegetação e também na identificação e na seleção de espécies vegetais para a atenuação do calor. Por analisar soluções e dados o trabalho se caracteriza como um método comparativo, através dos meios técnicos de investigação. A proposta do estudo é identificar recursos para se obter melhores condições térmicas e eficiência energética na edificação através de soluções construtivas em parceria com a vegetação. Como resultado o trabalho apresenta soluções projetuais e as situações em que a vegetação auxiliará nas estratégias para se atingir um melhor conforto térmico, sonoro e visual na edificação. Estes critérios e soluções foram desenvolvidos para edificações escolares construídas em climas quente e úmido. O trabalho de pesquisa das espécies vegetais “in loco” ainda contribuiu para a construção de um Catálogo de Espécies Vegetais para Instituições de Ensino da Região Metropolitana de Natal, RN.

**Palavras-chave:** Projeto Arquitetônico. Edifícios Educacionais. Arquitetura Bioclimática. Vegetação.

### ABSTRACT

The design of a building process must consider climatic variations in the region, the external conditions and the use of available resources in nature, like the sun, vegetation, rain and winds, to provide a built environment with environmental comfort and reduced energy expenditure. But add to urbanization, often with occupancy of disordered ground comes disregarding this knowledge and disregarding local characteristics and as a result reducing the green areas. This disordered occupation associated with the reduction of green spaces is modifying aspects of climate and consequently damaging the thermal comfort of users. The objective of this article is to show the use of vegetation in constructive solutions still in project design, presenting the importance of partnership vegetation versus building with a better understanding of the use of vegetation to climate attenuator element. Seeking thereby a healthier

environment, with the use of natural resources, supported the principles of sustainability and bioclimatology. The present work it is a cutout of a dissertation of the Professional Master of Architecture, Design and Environment at the Federal University of Rio Grande do Norte. For the development of the work methodological procedure was based on research on constructive solutions that had in its design focus on sustainability with the use of vegetation and also in the identification and selection of plant species to mitigate the heat. By analyzing data solutions and work is characterized as a comparative method, through technical means of investigation. The study proposal is to identify resources to obtain better thermal conditions and energy efficiency in the building through constructive solutions in partnership with vegetation. As a result the paper presents design solutions and situations where the vegetation will assist in strategies to achieve better thermal, acoustic and visual comfort in building. These criteria were developed and solutions for school buildings constructed in hot and humid climates. The research of plant species "in loco" also contributed to the construction of a catalog of Plant Species for Education Institutions in the metropolitan region of Natal, RN.

**Keywords:** *Architectural Design. Educational buildings. Bioclimatic architecture. Vegetation.*

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida sempre teve ligação direta com a extração dos recursos naturais, sendo um problema as consequências do seu consumo exagerado. A crescente urbanização dos nossos centros, muitas vezes com uma ocupação de solo desordenada, vem desrespeitando as características locais e reduzindo drasticamente as áreas verdes. Esta ocupação desordenada, associada à redução de espaços verdes, vem modificando os aspectos do clima e consequentemente prejudicando o conforto térmico dos usuários.

Atualmente, ações e atitudes para um desenvolvimento mais sustentável permeiam os setores da construção civil, surgindo junto com o processo de projeto, considerações com as variações climáticas da região. A utilização dos recursos disponíveis na natureza, os condicionantes externos, como o sol, a vegetação, a chuva e os ventos, para prover um ambiente construído com melhores condições de conforto ambiental e com gasto energético e consumo de água reduzidos.

As construções vernaculares, em diversos povoados com clima quente e úmido, demonstram na sua forma de construir, o conhecimento e respeito pelas características locais e climáticas, utilizando materiais da região e composições construtivas para se obter um melhor conforto térmico. As características principais e semelhantes destas construções são normalmente constituídas por grandes aberturas que facilitam a ventilação, por coberturas mais inclinadas para facilitar o escoamento das águas da chuva e com beirais maiores para oferecer sombreamento, este também proporcionado pela vegetação plantada em volta (MASCARÓ, 1983). As estratégias utilizadas nestas habitações têm sido consideradas, ao lado de outras medidas, como alternativas para a racionalização tanto de energia como de água em projetos sustentáveis. Diversos departamentos do setor público quanto o privado, responsáveis pela área da construção civil, estão procurando legalizar e incentivar obras novas e reformas para obter uma edificação mais sustentável.

Entretanto, uma destas estratégias, o emprego da vegetação no desenvolvimento do projeto arquitetônico, normalmente não é um elemento integrante no processo desde a sua concepção. O projeto de paisagismo apenas é visto como um complemento para ornamentação, pensado e instalado somente na fase final da construção.

Porém, o emprego da vegetação na edificação se conjectura em vários benefícios como mostra Bittencourt e Cândido (2008), que afirmam que o uso adequado da vegetação pode contribuir significativamente para a redução nos ganhos externos de calor. O baixo custo das plantas e o fácil cultivo da vegetação em regiões de clima quente e úmido fazem de sua aplicação uma solução de sombreamento muito conveniente.

O presente artigo, que trata de um recorte de uma dissertação do Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, procura tratar de critérios para a escolha das espécies vegetais e apresentar soluções construtivas para um projeto de uma instituição de ensino fundamental, baseado nos conceitos da arquitetura sustentável e bioclimática.

A área para a implantação do projeto está localizada no município de São Gonçalo do Amarante, Região Metropolitana de Natal, no estado do Rio Grande do Norte, uma microrregião do litoral oriental que está inserido entre os paralelos 5°25'S e 6°15'S e meridianos 35°05' W e 35°35' W. A região possui características de clima quente e úmido, com pequenas variações diárias na temperatura que gira em torno dos 28°C, seus ventos são constantes e provenientes principalmente do quadrante Leste e Leste-Sudeste (E-SE) e a umidade relativa do ar oscila no intervalo de 70% a 90%.

Nesta realidade foi desenvolvido o projeto da Escola BIOclimática, que procura atender uma carência nacional, dentre muitas, a do direito à educação em um ambiente saudável. A pesquisa justifica-se diante de dois importantes assuntos, a educação e o conforto ambiental, pelo fato de existir uma grande demanda nacional por ampliações e reformas nas redes públicas do país, mas que na maioria, não oferece aos alunos espaços com qualidade para o bom desenvolvimento da aprendizagem.

Portanto, o objetivo deste artigo, é de apresentar como resultado um projeto para uma instituição de Ensino Fundamental localizada no município de São Gonçalo do Amarante, RN, mostrando o uso da vegetação em soluções construtivas ainda na concepção do projeto e salientando a importância da parceria vegetação versus edifício.

O trabalho tem como premissa fornecer uma base de informações e diretrizes essenciais para próximos projetos e reformas de escolas, despertando a importância e a compreensão das variáveis ambientais de uma região com o clima quente-úmido e da influência da vegetação neste contexto. E contribui, ainda com o *Catálogo de Espécies Vegetais para Instituições de Ensino da Região Metropolitana de Natal, RN*, construído com as informações das pesquisas das espécies vegetais realizadas “in loco” no Parque Estadual Dunas do Natal “Jornalista Luiz Maria Alves”, uma Unidade de Conservação do Rio Grande do Norte.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do trabalho, a metodologia foi fundamentada nas soluções construtivas e na identificação e seleção de espécies vegetais adequadas ao clima local e ao projeto em questão.

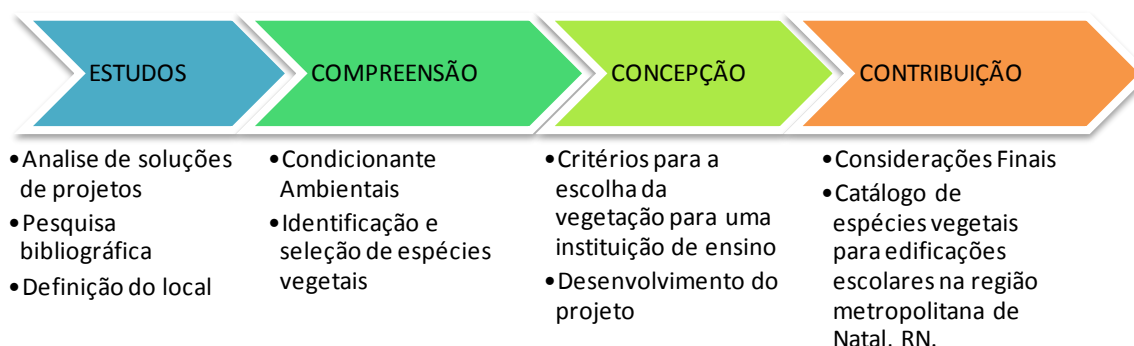
O trabalho se caracteriza como um método comparativo, segundo a classificação proposta por Gil (1999, pg.34) sobre os meios técnicos de investigação, por analisar soluções arquitetônicas com base nas construções sustentáveis e bioclimáticas.

O delineamento da pesquisa se desenvolveu principalmente através de pesquisas bibliográficas constituídas por livros, artigos e informações *on line*. Em alguns momentos também foram realizados estudos de campo na região do local definido para a implantação do projeto, em instituições e espaços públicos.

O projeto arquitetônico desenvolvido foi chamado de “Escola BIOclimática”, proposto para abrigar alunos do Ensino Fundamental<sup>1</sup> no município de São Gonçalo do Amarante, RN. O projeto se propõe a resolver a necessidade da demanda escolar causada pelo rápido desenvolvimento da região, em conjunto com soluções construtivas utilizando a vegetação como elemento atenuador do clima local. As etapas do trabalho foram divididas em quatro passos, ilustrados no diagrama da Figura 1.

<sup>1</sup> Site: <http://www.portal.mec.gov.br>

**Figura 1- Diagrama das etapas desenvolvidas no trabalho.**



Fonte: Autoria própria (2013).

Com objetivo de compreender a afinidade entre arquitetura, vegetação e conforto ambiental, a primeira etapa, designada como “Estudos” teve como métodos a análise de soluções projetuais e pesquisas bibliográficas. Nesta etapa também ocorreu a definição do local de implantação do projeto.

Dentre as soluções projetuais, três projetos foram destacados como referência por terem na sua construção o emprego da sustentabilidade e da vegetação. Foram selecionados: a unidade de Serviço Social do Comércio (SESC) de Sorocaba, no interior de São Paulo; a escola Erich Walter Heiner, localizada no bairro de Santa Cruz, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro; e o projeto da Escola Secundária, em Gando, Burkina Faso (África).

As pesquisas bibliográficas foram realizadas no âmbito da arquitetura sustentável; na do conforto ambiental e na bioclimatologia apresentados por Rivero (1986), Olgyay (1998), Romero (1988), Corbella e Yannas (2003), Bittencourt e Cândido (2008) e pela dissertação de Frandoloso (2001) tendo como principal foco a função da vegetação como um dos elementos atenuadores do clima.

A segunda etapa foi a busca pela “Compreensão” dos condicionantes ambientais do local de implantação do projeto e a identificação e seleção das espécies vegetais. Para a definição das espécies vegetais foram feitos levantamentos das espécies nativas e adaptadas no entorno do terreno escolhido e no Parque das Dunas, em Natal e em publicações específicas sobre plantas.

A “Concepção” compõe a terceira etapa, nela foram definidos os critérios para a escolha das espécies vegetais para uma instituição de ensino e o desenvolvimento do projeto arquitetônico em sincronia com a vegetação.

A última etapa, “Contribuição”, pretende através das soluções construtivas apresentadas e desenvolvidas em conjunto com a vegetação, auxiliar nas estratégias para futuros projetos implantadas em regiões de clima quente-úmido. Além do apoio para pesquisas com o “*Catálogo de espécies vegetais para edificações escolares na região metropolitana de Natal, RN*”.

### **3 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DA VEGETAÇÃO PARA UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

A principal proposta deste artigo é mostrar o emprego da vegetação em soluções construtivas, inserida desde a concepção do projeto, apresentando a importância da parceria vegetação versus edificação. Busca-se com isto, um ambiente mais saudável,

com a utilização de recursos naturais da região, baseados em princípios da sustentabilidade e da bioclimatologia.

É visto que os elementos vegetais, como árvores, cercamentos vegetais e tapetes de grama contribuem para solucionar os problemas térmicos do edifício, evitando que altas temperaturas atinjam os materiais de construção e a radiação refletida pelo chão (RIVERO, 1986, pg. 140). Porém, como o produto deste trabalho é um projeto de uma instituição de ensino, foram analisadas pesquisas realizadas no âmbito escolar, destacando a importância da vegetação nestas edificações.

Elali (2003) expõe que o ambiente físico escolar influencia diretamente no desenvolvimento da criança: “(...) atuando de modo não-verbal, (...) tem impacto direto e simbólico sobre seus ocupantes, facilitando e/ou inibindo comportamento.” Neste trabalho é discutido o que o ambiente físico das escolas tem ensinado a seus alunos, principalmente com relação ao contato com a natureza e é defendida a jardinagem como atividade a ser incentivada e praticada na escola, valorizando o espaço exterior como fonte de saúde e elemento gerador de curiosidades, conhecimento e aprendizado. Através destas constatações, Elali (2003) realizou vistorias em escolas no município de Natal, RN, verificando que os ambientes das escolas não têm sido adequadamente planejados de acordo com estes princípios.

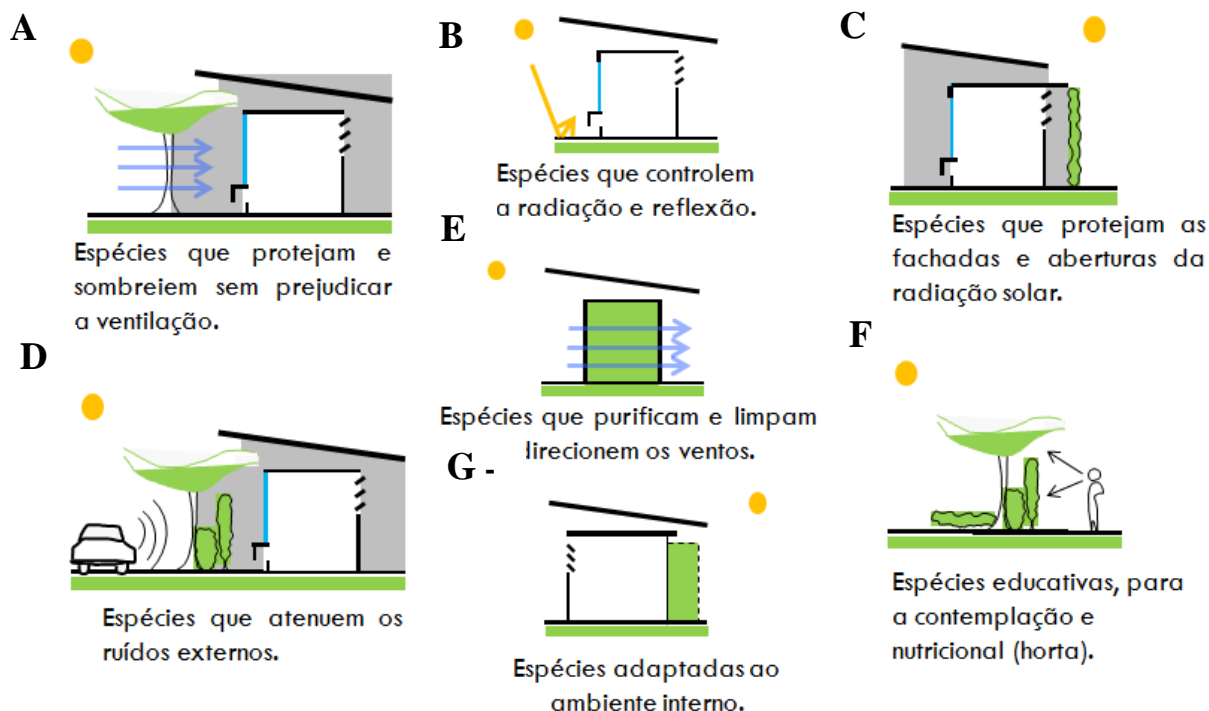
A pesquisa de Fredrizzi, Tomasini e Cardoso (2009), realizada em escolas da rede municipal de ensino de Porto Alegre, RS, tratou sobre a presença e qualidade da vegetação existente em seus pátios, tendo em vista a importância da vegetação junto aos espaços externos das escolas. Assim, conforme os autores: “A pesquisa procurou levar em conta os diversos tipos de vegetações possíveis de ser encontradas em um ambiente escolar, partindo do pressuposto de que a maior diversidade possibilita agregar um maior valor estético à paisagem vigente nos espaços externos, bem como permite uma maior interação destes espaços com seus usuários”. Como resultado, das quinze escolas selecionadas e visitadas, só uma conseguiu atingir os critérios propostos pela dissertação, colocando-a como um “pátio com boa vegetação”. Nesta escola, todos os níveis de vegetação previstos pelos critérios da pesquisa foram encontrados. Observaram, ainda, que nesta escola as atividades pedagógicas estavam bastante vinculadas com as áreas verdes, principalmente as relacionadas à educação ambiental. Contudo, o trabalho constata, principalmente, a real condição dos pátios escolares, que normalmente são áridos, com um “panorama predominantemente negativo quanto à presença e qualidade dos elementos vegetais” (FREDRIZZI, TOMASINI, & CARDOSO, 2009).

Bartholomei (2003), em seus estudos, classificou as árvores com relação ao seu comportamento frente a atenuação solar. Utilizou salas de aulas de uma escola localizada na cidade de Campinas, SP, para realizar as medições com proteção e sem proteção das árvores. Como resultado, o ambiente interno teve uma redução de 1,5°C com a colocação das espécies arbóreas, comparado com a situação sem as plantas. Todavia, Bartholomei (2003) relaciona esta baixa redução da temperatura, devido ao tamanho dos exemplares, que se encontravam ainda jovens. Seu trabalho, porém, contribui com os resultados obtidos sobre a atenuação da radiação solar pelas espécies arbóreas estudadas.

As pesquisas citadas apresentam, em diversas formas, a importância da vegetação em uma instituição de ensino. Diante destas constatações foram desenvolvidos e definidos critérios para escolha das espécies vegetais junto às soluções projetuais. As espécies vegetais em paralelo ou em conjunto com a edificação deverá proteger e sombrear sem prejudicar a ventilação natural; minimizar a propagação dos ruídos externos para o interior da edificação; controlar a radiação e a reflexão solar;

purificar e limpar o ar; direcionar os ventos; proteger da radiação solar no nascente e no poente e que ajudem e enriqueçam o processo educativo (Figura 2).

**Figura 2 - Critérios para a escolha das espécies vegetais.**



Fonte: Autoria própria, 2013.

A Figura 2 acima demonstra as diversas situações em que a vegetação, em parceria com a edificação, auxiliará nas estratégias projetuais para atingir o conforto térmico, sonoro e visual no projeto da escola de ensino fundamental proposto neste trabalho. Mas, para cada estratégia proposta, segundo Olgyay (1998, pg. 74), existem determinadas espécies vegetais mais aptas para aquela função: “É muito importante decidir corretamente qual é o tipo de árvore a utilizar. Para isso temos que levar em conta duas coisas: a forma e as características das árvores, tanto no verão como no inverno e assim também seu papel de protetor natural” (tradução do autor).

A variedade que existe em nossa flora é muito grande. Por isso, a escolha das espécies a serem sugeridas para compor os ambientes em uma instituição de ensino levaram diversos fatores em conta, tais como: espécies nativas, principalmente as com caráter simbólico; as espécies exóticas adaptadas ao clima local; as resistentes aos períodos de seca; as com potencial ornamental associado à rusticidade e baixa manutenção e as de fácil aquisição no mercado. Além disso, também tem que se considerar o porte e as características das plantas, tais como: épocas de floração e frutificação; conjunto e/ou formato das folhas e copas e o período de desenvolvimento das espécies. E deve-se ainda evitar as espécies que sejam agressivas ou nocivas, como: as com espinhos; as com princípios tóxicos ou alérgicos; as que produzem látex irritante e as com raízes que prejudiquem tubulações enterradas e calçadas.

Para esta seleção ainda foram considerados os estudos de insolação e dos ventos realizados na área de intervenção para o melhor posicionamento da vegetação e escolha das suas características.

#### 4 RESULTADOS

Apresentado a importância da vegetação junto à edificação e no ambiente escolar, a proposta agora visa identificar as diversas espécies vegetais, a partir dos requisitos já determinados como: porte, forma, características, floração, frutificação entre outros fatores. Além disso, identificar as funções que as espécies vegetais desempenharão no projeto da Escola BIOclimática e a sua devida localização.

No Quadro 1, que tem relação com a Figura 2, são apresentadas as características das espécies vegetais em decorrência da função exercida. Para cada função determinada, pode predominar uma ou mais características, que foi atribuída com uma letra (classificação) para posterior identificação no projeto.

As características das espécies foram divididas em oito grupos: árvores, frutíferas, palmeiras, arbustivas, trepadeiras, pendentes, gramados e forrações. Dentro da classificação arbustiva ainda estão as herbáceas, os cactos e suculentas, mais pela sua utilização na composição de maciços.

**Quadro 1 - Definição das características das espécies vegetais de acordo com a função determinada no projeto da Escola BIOclimática.**

Função	Classificação	Característica
Espécies que protejam e sombreiem sem prejudicar a ventilação.	A	Árvores e Frutíferas.
Espécies que controlem a radiação e reflexão.	B	Arbustivas, Gramados e Forrações.
Espécies que protejam as fachadas da radiação solar.	C	Trepadeiras.
Espécies que minimizem os ruídos externos.	D	Árvores, Frutíferas, Trepadeiras e Arbustivas.
Espécies que purificam e limpam o ar e direcionem os ventos.	E	Pendentes e Arbustivas.
Espécies que direcionem os ventos.		Árvores e Frutíferas.
Espécies educativas, para a contemplação e nutricional (horta).	F	Arvores, Frutíferas, Palmeiras, Trepadeiras e Arbustivas.
Espécie adaptadas ao ambiente interno.	G	Palmeiras e Arbustivas.

Fonte: Autoria própria, 2013.

As espécies escolhidas, dentro de cada característica, foram identificadas em uma ficha técnica com os dados: nome científico; família; clima; solo; crescimento; floração; frutos (quando existentes); altura e diâmetro; e a sua aplicação e plantio. Estas fichas técnicas com as espécies escolhidas para compor o paisagismo da Escola BIOclimática, bem como outras opções dentro das características e funções formam o “Catálogo de espécies vegetais para edificações escolares na região metropolitana de Natal, RN”, parte integrante do trabalho de pós-graduação. Um exemplo de uma destas fichas é apresentado na Figura 3.

As informações deste catálogo procuram auxiliar em decisões mais acertadas em relação a escolhas de espécies vegetais para uma instituição de ensino ou em outra construção que tenha as mesmas características, inserida no mesmo tipo de clima e que requer os mesmos cuidados.

**Figura 3 – Ficha do Catálogo de espécies vegetais para edificações escolares na região metropolitana de Natal, RN, parte integrante do trabalho de pós-graduação.**

ÁRVORES		FUNÇÃO
Eritrina	UTILIZADA NO PROJETO	Sombreamento / Direcionamento dos ventos / Purificação do ar / Dispersão do som / Ornamental.
FICHA TÉCNICA		
NOME CIENTIFICO	<i>Erythrina indica picta</i>	
FAMILIA	Leguminosas	
CLIMA	Tropical / Subtropical	
SOLO	Solo areno-argiloso	
CRESCIMENTO	Moderado	
FLORES	Branças	
FLORAÇÃO	Outono - Inverno	
ALTURA/DIAMETRO	6M/74M	
<p>Nas escolas pode ser utilizada em especial para compor sub-bosques a beira de lagos ou cursos d'água. Pelo seu porte, pode ser usada sob a fiação elétrica, porém, em calçadas largas, já que sua copa é baixa. Usada na recuperação de áreas degradadas. Possui folhagem atraente.</p>		
APLICAÇÃO/PLANTIO	 	
CODIGO	ERI	

Fonte: Aatoria própria, 2013.

Na planta baixa, na Figura 4, do projeto de paisagismo da Escola BIOclimática está identificada a localização das funções que as espécies vegetais exercem na escola de acordo com a classificação apresentada no Quadro 01.

**Figura 4\_Planta baixa da localização das funções das espécies vegetais.**



Fonte: Aatoria própria, 2013.



As espécies classificadas como **A**, fornecem amplo sombreamento através das copas das árvores. Na face oeste, nos estacionamentos, espécies como a Ubaia Doce (*Eugênia speciosa Cambess*) fornecem sombra aos veículos estacionados e ao final do dia, também proporcionarão sombra à fachada da escola (Figura 5).

**Figura 5** Imagem da frente da escola e destaque para as árvores no estacionamento.



Fonte: Autoria própria, 2014.

Na face oposta, a leste, as árvores frutíferas, como a Acerola (*Malpighia emarginata*) ou a Araça (*Psidium araçá Raddi*), compõem o pomar e proporcionam sombreamento à fachada somente nos primeiros horários do dia, porém sem prejudicar a ventilação, favorável nesta face, devido aos seus portes e pelo maior espaçamento entre as espécies.

Por causa da grande área da escola, somente alguns pontos próximos à edificação foram escolhidos para receber a grama Batatais (*Paspalum notatum*) ou forrações nativas como o Cunhã (*Clitoria ternatea*), devido a manutenção com as podas e irrigação. Estas espécies tem a função de controlar a reflexão e absorver a irradiação solar e estão classificadas como **B**. Na sua maioria, o terreno se manterá com o seu solo de origem facilitando a permeabilidade das águas pluviais. Salvo os locais de passagem, que receberão piso com o bloco intertravado permeável.

Na classificação **C**, a função das espécies é de proteger as fachadas da radiação solar, como uma “segunda pele”, através de treliças estruturadas em madeiras, formando brises verticais com a vegetação. Para estes brises são indicados trepadeiras, como a Ipoméia (*Ipomea purpúrea*), que dão cor e proteção as fachadas (Figura 6).

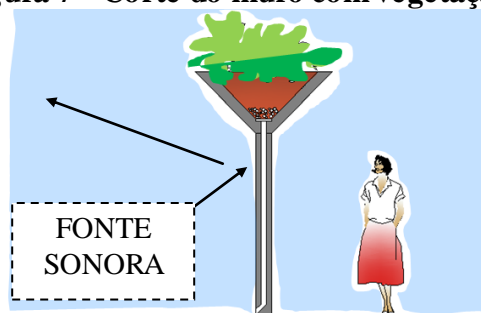
**Figura 6** – Utilizações do brise vegetal nas fachadas da escola BIOclimática.



Fonte: Autoria própria, 2014.

As espécies vegetais, como árvores, arbustos e forrações, absorvem ou espalham, mesmo que parcialmente, o som. Para se conseguir uma atenuação nos níveis de decibéis, a massa vegetal teria que se compor em uma densa área com 30 mt de profundidade. Porém, de um modo geral, a composição de diversas espécies ajudam a atenuar as ondas sonoras e/ou a sua percepção por barrarem a visualização direta da fonte sonora (BISTAFA, 2006, pg. 207). Para atenuar os ruídos externos e a visualização da fonte sonora, os muros da escola foram trabalhados com formas e vegetações (SIMÕES, 2011, pg.62). Os muros da face sul e leste da escola receberam esta solução com vegetações como a Russélia (*Russelia equisetiformis*) e o Cipó-de-são-jão (*Pyrostegia venusta*) (Figura 7).

**Figura 7 - Corte do muro com vegetação.**



Fonte: Autoria própria, 2013.

Já no muro que divide a escola com a praça, foi instalada de forma intercalada, blocos com nichos para a vegetação. Como este muro está localizado á frente da horta, a proposta foi de trabalhar o jardim vertical com ervas, temperos e vegetais comestíveis que serão produzidos e mantidos pelos alunos e depois utilizados na cozinha da escola. A função destes muros está descrito e localizado na classificação **D**.

As espécies vegetais que estão classificadas como **E** possuem a função de limpar e purificar o ar, uma vez que “as superfícies viscosas das folhas das plantas capturam o pó e filtram o ar” (OLGYAY, 1998, pg.74) (tradução do autor). Deste modo, todas as espécies vegetais que estão no entorno da edificação possuem esta função de reter os poluentes e filtrar o ar. Especialmente a massa vegetal, posicionada a leste da edificação, composta por diversas árvores, que direcionam e levam os ventos purificados para dentro do pátio.

Para manter toda esta área verde da escola, além de possuir pessoas capacitadas para o manejo, as principais intenções são de estimular o conhecimento, as práticas de plantio e o trato das espécies junto aos alunos. Através destas atividades estimular o conhecimento com aulas práticas, como a produção de mudas para o viveiro e horta e com o contato com espécies locais, em extinção ou com relação histórica como exemplo a árvore Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata Lam*). Nesta classificação, **F**, também foram selecionadas espécies para a contemplação e estética para a composição paisagística.

As espécies da classificação **G** são plantas que melhor se adaptam á ambientes internos, recebendo iluminação natural indireta e proporcionando um micro-clima interno mais agradável.

Todas as espécies escolhidas levaram em conta, principalmente, a sua adaptação ao clima quente-úmido, clima da região onde o projeto está inserido. Foi dada preferência às espécies nativas, devido a sua rusticidade e o fácil manejo. Como o projeto da Escola BIOclimática foi desenvolvido no estado do Rio Grande do Norte, a proximidade com o Parque Estadual Dunas do Natal, uma unidade de conservação, proporcionou a oportunidade de especificar espécies locais. O parque oferece

infraestrutura às pesquisas no seu setor público e conta com um viveiro, onde são cultivadas as mudas de espécies vegetais nativas, como a Guabiraba-de-pau (*Campomanésia dichotoma*). As espécies produzidas são utilizadas na recuperação e reflorestamento de áreas de Mata Atlântica e também para serem doadas à pessoas interessadas ou instituições.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da vegetação implantado desde o início da concepção do projeto arquitetônico, ainda é um tema pouco explorado e praticado nos escritórios, principalmente na utilização da vegetação como um dos elementos atenuadores do clima local. Apesar das preocupações atuais com o meio ambiente fomentarem debates na sociedade sobre “construções verdes”, ainda se tem muito a discutir sobre e a relação da vegetação com o edifício.

Neste contexto, o projeto da Escola BIOclimática e as pesquisas deste trabalho, podem contribuir com sugestões de critérios e soluções para o emprego da vegetação, em conjunto com a edificação ou sua inserção desde a formação do projeto, promovendo uma realidade para os projetos de arquitetura bioclimática em regiões de clima quente e úmido.

## REFERÊNCIAS

- BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo Bueno. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. Dissertação (Doutorado) UniCamp, Campinas, SP, 2003.
- BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. São Paulo: Blucher, 2006.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christina. **Introdução á Ventilação Natural**. Maceió: UFAL, Edição 3, 2008.
- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos – **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos**. Rio de Janeiro. Editorial Revan, 2003.
- ELALI, Gleice Azambuja. **O ambiente da escola - o ambiente na escola: uma discussão sobre a relação escola-natureza em educação infantil**. Natal: Estudo psicologia, v. 8, n. 2, Aug., 2003.
- FRANDOLOSO, Marcos Antonio Leite. **Crítérios de projeto para escolas fundamentais bioclimáticas**. Dissertação (Mestrado) UFRS, Porto Alegre, RS, 2001.
- FREDRIZZI, Beatriz; TOMASINI, Sergio Luis; CARDOSO, Luciano Moro. **A vegetação no pátio escolar: um estudo para condições das escolas municipais de Porto Alegre – RS**. Artigo apresentado no III ENECS – Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis. São Carlos, SP, 2003.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Editora Atlas, 1999.
- MASCARÓ, Lúcia Raffo de. **Luz, Clima e Arquitetura**. 3. Ed. São Paulo: Nobel, 1983.
- OLGYAY, Victor. **Arquitectura y Clima: manual de diseno bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e Clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores Ltda, 1986.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Copy Market, 1988.

SIMÕES, Flavio Maia. **Acústica Arquitetônica**. PROCEL EDIFICA – Eficiência Energética em Edificações. Rio de Janeiro, 2011.